

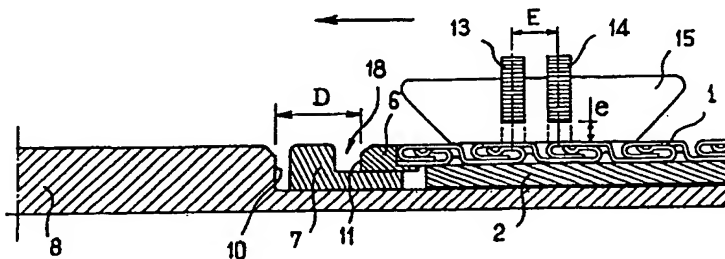
DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁷ : G01N 27/90, G01B 7/14	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 00/49398 (43) Date de publication internationale: 24 août 2000 (24.08.00)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/02729 (22) Date de dépôt international: 8 novembre 1999 (08.11.99) (30) Données relatives à la priorité: 99/02089 19 février 1999 (19.02.99) FR (71) Déposant: COFLEXIP [FR/FR]; 23, avenue de Neuilly, F-75116 Paris (FR). (72) Inventeur: LEMBEYE, Philippe; 26, route du Havre, F-76490 Caudebec-en-Caux (FR). (74) Mandataire: LEVY, David; S.A. Fédit-Loriot et Autres, Conseils en Propriété Industrielle, 38, avenue Hoche, F-75008 Paris (FR).		(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

BEST AVAILABLE COPY

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING IN SITU THE DISTANCE BETWEEN TWO SPECIFIC ELEMENTS IN A TUBULAR PIPE

(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE IN SITU DE LA DISTANCE ENTRE DEUX ELEMENTS DONNES DANS UNE CONDUITE TUBULAIRE

**(57) Abstract**

The invention concerns a method for measuring the distance separating a roof (8) of at least a connecting piece (9) and a specific element (6) of a tip of a pipe terminal portion, which consists in: displacing the self-powered measuring means (13, 14) inside said pipe; performing at least one sequence of measurements while said means are moving in the connecting piece; storing said measurements in the form of signals in at least a storage unit; processing said signals. The invention is characterised in that it further in: detecting in real time the passage of the consecutive transitions (10, 11) between the connection piece roof (8) and the pipe terminal portion tip (6); triggering the measurements for a predetermined time interval between the moments of detection of said transitions; processing the stored signals to determine the distance (D) separating two consecutive transitions.

(57) Abrégé

Méthode pour mesurer la distance séparant une voûte (8) d'au moins un embout (9) et un élément (6) donné d'une extrémité d'une partie terminale d'une conduite, du type consistant à: déplacer des moyens de mesure (13, 14) autonomes à l'intérieur de ladite conduite; effectuer au moins une séquence de mesures au cours du déplacement desdits moyens de mesure dans l'embout; mémoriser sous forme de signaux lesdites mesures dans au moins une mémoire (25); traiter lesdits signaux; caractérisée en ce qu'elle consiste en outre à: détecter en temps réel le passage des transitions consécutives (10, 11) entre la voûte (8) de l'embout et l'extrémité (6) de la partie terminale de la conduite; déclencher les mesures pendant un temps prédéterminé entre les détections desdites transitions; et à traiter les signaux mémorisés pour déterminer la distance (D) séparant deux transitions consécutives.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

***Procédé et dispositif de mesure in situ de la distance entre
deux éléments donnés dans une conduite tubulaire***

5

La présente invention concerne une méthode et un dispositif pour mesurer in situ la distance séparant deux éléments donnés dans une conduite tubulaire.

10 Une conduite flexible comporte généralement un embout à chaque extrémité. Les embouts sont des organes qui permettent de relier les conduites flexibles à des structures fixes telles qu'une structure flottant à la surface d'une mer et ancrée sur le fond marin ou encore une structure disposée sur le fond marin, comme par exemple une tête de puits ou un manifold. Des embouts peuvent être également utilisés pour raccorder des
15 tronçons de conduite flexible lorsque cette dernière présente une grande longueur. Plus la longueur de la conduite est grande (plusieurs kilomètres) plus le nombre d'embouts intermédiaires ("mid-connector" en anglais) utilisés est élevé.

Les conduites visées par la présente invention sont celles qui
20 sont dénommées "Rough Bore" et qui comprennent une carcasse comme élément le plus interne et sur laquelle est disposée une gaine interne d'étanchéité, du type décrit dans les normes API 17J et API 17B.

Généralement, une extrémité de la conduite est montée et fixée à l'intérieur de l'embout par des moyens appropriés qui sont bien connus et
25 qui ne seront donc pas décrits.

Un embout présente deux fonctions, l'une externe et l'autre interne. La fonction externe consiste à relier l'embout à une structure considérée comme fixe, à l'aide d'une bride de raccordement par exemple. La fonction interne est assurée par une voûte et des moyens de serrage qui
30 permettent de maintenir la continuité de l'étanchéité de la conduite flexible, le serrage de la gaine d'étanchéité interne sur la carcasse étant effectué au moyen d'un monocône par exemple. Le montage et la fixation d'une extrémité d'une conduite dans l'embout sont réalisés de telle sorte qu'une bague d'arrêt, soudée à l'extrémité de la carcasse, est située à une certaine
35 distance de la voûte de l'embout.

Or, pendant toute la durée d'utilisation de la conduite, il est nécessaire de procéder à des mesures de la distance ("gap" en anglais) séparant la bague d'arrêt de la voûte de l'embout. En effet, un déplacement, même très faible, de la bague d'arrêt, solidaire de la carcasse, par rapport à la voûte de l'embout peut signifier un déplacement relatif de la gaine d'étanchéité interne par rapport à la voûte de pression. Un tel déplacement de la gaine d'étanchéité interne peut provoquer une perte d'étanchéité, ce qui serait préjudiciable au bon fonctionnement de la conduite. Un changement de la conduite serait alors indispensable. Le déplacement relatif de la gaine d'étanchéité interne par rapport à la voûte de pression peut avoir comme origine, une altération de la force de serrage exercée par le monocône sur la gaine d'étanchéité interne. Une modification des propriétés de la gaine d'étanchéité interne peut également entraîner un déplacement de ladite gaine, la modification pouvant être consécutive à des fluctuations en température du fluide circulant dans la conduite.

Dans les contrôles non destructifs d'une conduite, tels que décrits par exemple dans le brevet FR-B-95 08 635, il est possible d'utiliser un capteur de courants de Foucault pour la détection de défauts dans le produit à contrôler. Le contrôle par courants de Foucault consiste à monter un capteur sur une souris (PIG en anglais) qui est déplacée dans la conduite à l'aide de moyens appropriés tels qu'un fluide sous pression. Le capteur produit dans la conduite des courants de Foucault qui génèrent à leur tour un champ magnétique réactif variable, lequel influe sur l'impédance d'une bobine réceptrice placée à proximité de la surface à contrôler. En présence d'un défaut, la circulation des courants de Foucault est perturbée par le défaut, ce qui provoque des variations du champ réactif et donc de l'impédance de la bobine réceptrice. La mesure de l'impédance devrait permettre de détecter la présence de défauts dans le produit dont on ne connaît pas la position précise mais qu'on peut déterminer avec une approximation de l'ordre du mètre. Toutefois, l'amplitude du signal issu de la bobine réceptrice est fonction des dimensions du défaut et principalement en fonction de la profondeur et de la largeur du défaut. L'amplitude du signal dépend également des propriétés électromagnétiques des parois du défaut.

Toutefois, le capteur de courant de Foucault tel qu'utilisé habituellement ne peut permettre aisément la détermination de la dimension

du défaut. Cette dimension ne pourrait être mesurée que si on connaît très exactement la vitesse de déplacement du capteur, au passage sur le défaut et que la vitesse soit constante. Une solution préconisée par des spécialistes consiste à amener et immobiliser un scanneur au droit du défaut à mesurer et à balayer le défaut à vitesse prédéterminée et constante. Une telle solution est difficile à mettre en œuvre dans le cas d'une conduite de grande longueur et présentant un grand nombre de défauts à mesurer car elle nécessite notamment de localiser avec précision les défauts sur la conduite pour amener le scanneur au droit dudit défaut. Le balayage peut être effectué par des courants de Foucault, des ultrasons, ou autres.

Mais le balayage est limité à des longueurs de conduite flexible ne dépassant pas 5000 m en raison de l'effet cabestan qui est susceptible de se produire dans les parties courbes de la conduite flexible, l'effet cabestan pouvant induire à son tour un allongement de l'ombilical au bout duquel est monté le capteur.

Pour éviter les effets cabestan, on peut envisager des souris autonomes, portant les capteurs et les moyens d'acquisition et de stockage des données. Les capteurs montés sur ces souris autonomes peuvent être soit du type flux de fuite mais alors il se pose un problème difficile à résoudre lorsque le feuillard et/ou la bague est en matériau amagnétique, soit du type ultra sons et alors les impuretés disposées dans le défaut peuvent fausser la mesure de façon notable puisque le défaut peut être caché par ces impuretés, ledit défaut n'étant plus alors détecté.

Une roue codeuse n'est pas envisageable pour amener le scanneur sur le défaut car non seulement elle peut glisser sur la carcasse mais également elle est perturbée par la forme irrégulière de la paroi interne de la carcasse.

Une autre solution consisterait à procéder à un étalonnage du capteur de courant en fonction d'un type donné de défaut. Pour ce faire, il faut étalonner le capteur à l'aide de plusieurs conduites qui ne servent qu'à l'étalonnage mais qui doivent présenter très exactement le défaut qu'on souhaite tant dans ses dimensions que dans la structure et les matériaux constitutifs du flexible et de l'embout dans lesquels on désire détecter un défaut. Ces conduites d'étalonnage sont nouvelles chaque fois qu'on change

de conduite à contrôler. Cela induit un coût considérable et un temps de mesure incluant le temps d'étalonnage très important. Dans la réalité, une telle solution est inenvisageable industriellement.

Il est également possible d'utiliser un capteur dit à faible
5 résolution et procéder à une corrélation entre d'une part la forme et l'amplitude du signal et, d'autre part, la taille du défaut. Mais cela nécessite des techniques d'étalonnage fastidieuses et contraignantes. L'amplitude du signal traité augmente avec la largeur du défaut détecté.

Une autre technique consiste à utiliser un capteur dit à haute
10 résolution qui permet de détecter séquentiellement les bords du défaut. Dans ce cas, l'amplitude du signal traité reste constante quelle que soit la largeur du défaut et cela n'éviterait pas un étalonnage comme indiqué précédemment

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients
15 précités des solutions connues et de proposer une méthode et un dispositif de mesure de la distance, avec précision, séparant la voûte de l'embout de la bague d'arrêt ou carcasse qui ne sont pas sensibles à la vitesse et/ou variations de vitesse de déplacement de la souris, qui ne nécessite pas de connaître à l'avance la position de la ou desdites distances, lorsque la
20 conduite comprend plusieurs embouts sur toute sa longueur, qui soient compatibles avec l'environnement de mesure et qui minimisent la complexité de l'électronique de traitement et de stockage des données.

On a trouvé que contrairement à ce qui était admis par les
spécialistes, que les courants de Foucault pouvaient être utilisés simplement
25 en associant au moins deux capteurs montés en tandem et séparés par un intervalle fixe, ainsi que cela est décrit ci-après.

La présente invention a pour objet une méthode de mesure de la distance séparant une voûte d'un embout de l'extrémité d'une carcasse intérieure d'une conduite, du type consistant à :

- 30 - déplacer à une vitesse qui peut être variable, des moyens de mesure autonomes à l'intérieur de ladite conduite,
- effectuer au moins une séquence de mesures au cours du déplacement desdits moyens de mesure dans l'embout,
- mémoriser sous forme de signaux lesdites mesures dans au moins une
35 mémoire,

- traiter lesdits signaux, caractérisée en ce qu'elle consiste en outre à :
- détecter en temps réel le passage des transitions consécutives entre la voûte de l'embout et l'extrémité de la partie terminale de la conduite,
- 5 - déclencher les mesures pendant un temps prédéterminé entre les détections desdites transitions; et à
- traiter les signaux mémorisés pour déterminer la distance séparant deux transitions consécutives.

Un autre objet de la présente invention est un dispositif pour la
10 mise en œuvre de la méthode ci-dessus, du type comprenant un support qui est propulsé à l'intérieur de la conduite par des moyens tels qu'un fluide sous pression, au moins un capteur de courants de Foucault à haute résolution monté sur ledit support, des moyens de mémorisation des signaux délivrés par ledit capteur, caractérisé en ce qu'il comporte au moins
15 deux capteurs de Foucault qui détectent en temps réel les transitions situées de part et d'autre d'un intervalle délimité entre la voûte de l'embout et la bague d'arrêt de la carcasse, lesdits capteurs étant situés à une faible distance de la paroi interne de la conduite.

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront mieux à la
20 lecture de plusieurs modes de réalisation du dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention, ainsi que des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue partiellement en coupe d'un embout et d'une extrémité d'une conduite,
- 25 - la figure 2 est une vue agrandie du détail A de la figure 1,
- la figure 3 est une vue partielle en coupe de la conduite dans laquelle est logée une souris,
- la figure 4 est une vue partielle et schématique d'un module spécifique se déplaçant dans la conduite,
- 30 - la figure 5 est une courbe de réponse des impédances fournie par un des capteurs du module spécifique,
- les figures 6a et 6b sont des réponses, après traitement, des réponses d'impédance des deux capteurs.

Les conduites flexibles concernées par la présente invention sont du type "Rough Bore", utilisables dans l'industrie pétrolière et qui comprennent de l'intérieur vers l'extérieur :

- une carcasse interne 1, formée d'un feuillard profilé, agrafé et spiralé avec un pas court, qui supporte les efforts d'écrasement de la conduite,
- une gaine d'étanchéité interne 2 qui est généralement extrudée sur ladite carcasse 1 et qui est supportée par cette dernière,
- une voûte de pression 3 constituée par au moins un fil métallique, par exemple en acier au carbone ferromagnétique, spiralé avec un pas court, et qui a pour fonction de supporter la composante circonférentielle des efforts de pression interne exercés par le fluide circulant dans la conduite,
- une ou plusieurs nappes d'armures 4, constituées de fils d'acier spiralés avec un pas long, entourant la voûte de pression 3 et qui sont destinées principalement à supporter les efforts axiaux de traction générés par la pression interne du fluide, le poids propre de la conduite, etc... Ces fils d'armures peuvent présenter différentes formes de section, par exemple des sections arrondies ou rectangulaires, les fils étant alors disposés les uns à côté des autres pour constituer une nappe, ou encore des sections de type agrafable telles que des sections zêta, en V, en T, en I, etc..., et
- une gaine externe d'étanchéité 5 en matériau thermoplastique.

La carcasse 1 dont l'épaisseur peut varier de quelques millimètres à 15 mm ou plus, est couramment réalisée par un feuillard en acier inoxydable austénitique conducteur d'électricité, tel que les nuances 316/316L ou 304/304L, ou d'autres nuances d'un acier. La carcasse 1 peut donc être amagnétique, légèrement magnétique ou magnétique.

Une extrémité d'une conduite ou d'une partie de conduite lorsque ces dernières sont constituées par plusieurs tronçons raccordés ensemble, est disposée à l'intérieur d'une voûte d'un embout. La mise en place et la fixation de ladite extrémité de conduite dans la voûte de l'embout sont bien connues des spécialistes et ne seront donc pas décrites dans le détail.

La carcasse 1, comme cela est représenté sur la figure 2, est terminée par une bague d'arrêt 6 en acier inoxydable, la bague d'arrêt 6 étant soudée à ladite carcasse 1. Une bague d'isolation électrique 7, en forme de L couché, est interposée entre la bague d'arrêt 6 et la voûte 8 d'un embout 9.

La voûte 8 est réalisée dans un acier revêtu de nickel ou d'Inconel, conducteur, magnétique ou non.

Le dispositif selon l'invention est destiné à mesurer la distance D séparant l'épaule 10 de la voûte d'embout 8 de la surface consécutive 11 de la bague d'arrêt 6.

La méthode selon l'invention consiste à :

- déplacer, dans la conduite, une souris du type connu et comprenant à l'avant un module spécifique,
- détecter à l'aide d'un premier capteur du module spécifique les transitions entre la bague d'arrêt 6 et la voûte d'embout 8,
- détecter les mêmes transitions que précédemment au moyen d'un deuxième capteur prévu dans ledit module spécifique, lesdits capteurs étant séparés par un intervalle fixe et constant
- à mémoriser dans une mémoire les signaux délivrés par chacun des capteurs, puis à
- traiter lesdits signaux mémorisés pour déterminer la distance D entre les transitions, ces dernières étant délimitées dans l'exemple représenté par l'épaule 10 et la surface 11.

Un premier mode de réalisation d'un dispositif de mise en œuvre de la méthode est représenté sur les figures 3 et 4. Dans cet exemple, la détermination de la distance D est effectuée depuis l'épaule 10 vers la surface 11, étant précisé que la détermination entre la surface 11 et l'épaule 10 peut être effectuée, en fonction de la première transition détectée par le premier capteur.

Dans ce mode de réalisation, un support constitué par une souris 12 sur laquelle sont montés un premier capteur 13 et un deuxième capteur 14, séparés par un intervalle fixe et constant E. Les deux capteurs sont de même nature, par exemple des capteurs de courants de Foucault montés éventuellement sur un support ou ski 15 intégré dans un module spécifique. Les deux capteurs 13 et 14 sont situés à une certaine distance de la voûte 8 ou de la bague d'arrêt 6, telle que l'entrefer e ménagé entre les capteurs et la voûte 8 soit compris entre 3 et 15 mm. Chaque capteur 13, 14 travaille en mode absolu à une haute fréquence comprise entre 10kHz et 3 MHz, de manière à optimiser le rapport signal/bruit et minimiser ainsi les effets des variations des caractéristiques électromagnétiques, de sorte que l'amplitude

du signal délivré par les capteurs soit indépendante de la vitesse de passage de la souris dans la gamme des vitesses de commande comprise entre 0,1 et 3 m/s. Chaque capteur 13, 14 est relié à des moyens électroniques usuels dans la technique des courants de Foucault, lesquels moyens électroniques
5 fournissent les composantes X et Y du signal délivré par chaque capteur dans un plan d'impédance. Les signaux X et Y de chaque capteur 13, 14 sont ensuite échantillonnés, numérisés et mémorisés en vue d'un traitement différé des données en fin de mesures ou d'inspection.

Pour une distance D égale à environ 50 mm et pour une vitesse
10 de déplacement du ski 15 faible, par exemple de l'ordre de 0,2 m/s, mais dont l'accélération est supposée constante pendant les mesures entre les transitions 10 et 11, on procède à une excitation de chaque capteur pendant une relative longue période de temps, afin d'être sûr que toute la distance D est couverte par les mesures. De préférence, l'excitation des capteurs est
15 effectuée de façon permanente alors que la mémorisation des signaux délivrés par les capteurs est limitée dans le temps, par exemple pendant une seconde, afin d'éviter une saturation des mémoires.

Le premier capteur 13 détecte successivement les transitions 10 et 11, les signaux étant générés de manière permanente.

20 Lorsque le premier capteur 13 est situé en face de la carcasse 1, les signaux délivrés par ledit capteur et pour une position donnée, rencontrent les diverses couches des spires agrafées de la carcasse 1, la gaine d'étanchéité interne 2 et la voûte 8 de l'embout, l'impédance complexe desdits signaux étant matérialisée par le nuage 16 de la figure 5 qui
25 représente l'impédance dans un plan complexe (réel et imaginaire). Lorsque le capteur 13 est situé en face de la bague d'arrêt 6, l'impédance correspondante des signaux délivrés par le capteur 13 est matérialisée par le point ou zone 17 de la figure 5. Lorsque le même capteur 13 parvient en face de l'intervalle 18 (de distance D) ménagé entre la bague d'arrêt 6 et l'épau-
30 lement 10 de la voûte 8 d'embout, l'impédance des signaux délivrés par ledit capteur 13 varie brutalement et elle est matérialisée par le point ou zone 19 sur la figure 5, la bague d'isolation 7 n'influant pas sur l'impédance en raison du matériau utilisé. Pendant la traversée de l'intervalle 18, l'impédance des signaux ne varie pratiquement pas jusqu'à ce que le capteur
35 parvienne en regard de la transition constituée par l'épaulement 10 de la

voûte 8. Cette impédance sur la voûte 8 est matérialisée par le nuage de points 20.

La représentation d'impédance de l'autre capteur 14 n'est pas représentée mais elle est identique à celle de la figure 5 à un décalage près
5 dans le temps correspondant à la distance E séparant les deux capteurs 13 et 14. Les capteurs 13 et 14 sont, par exemple, constitués chacun par une bobine enroulée sur un noyau en ferrite ou par une bobine coaxiale courte.

Le traitement de la variation aux transitions à détecter de l'impédance complexe de la ou des courbes analogues à celle de la figure 5
10 peut être effectué par tout moyen approprié tel qu'une analyse spectrale par transformée de Fourier ou une inversion d'un modèle mathématique basé sur les équations de MAXWELL, le but étant d'obtenir pour chaque courbe d'impédance une réponse du type représentée sur les figures 6a et 6b. Sur la réponse de la figure 6a, qui correspond au capteur 13, il est possible de
15 mesurer le temps T_1 mis par le capteur 13 à parcourir la distance D. Comme on connaît le décalage en temps ΔT entre les deux capteurs pour détecter la première transition rencontrée (épaulement 10) et la distance constante E qui sépare les deux capteurs, on peut déterminer la vitesse $V = E/\Delta T$. Par ailleurs, la distance D est donnée par la formule $D = V \times T_1 = V \times T_2$
20 puisque la vitesse de déplacement V est considérée comme constante dans l'intervalle 18.

Dans un autre mode de réalisation, on utilise trois et de préférence quatre capteurs dont deux sont montés en tandem sur une même génératrice dite principale ainsi que cela est représenté sur la figure 3, les
25 deux autres capteurs 22, 23 étant disposés sur des génératrices à 120° les unes des autres par rapport à la génératrice principale. Les réponses des capteurs permettent de déterminer avec précision la variation de la distance initiale D sur plusieurs génératrices de ladite conduite lorsque la distance D varie d'une génératrice à une autre, notamment lorsque le déplacement de la
30 gaine interne de la conduite n'est pas uniforme sur toute la circonférence.

La disposition des quatre capteurs 13, 14, 22 et 23 est représentée sur la coupe de la souris située au haut et à droite sur la figure 3.

La souris 12 qui est connue en soi est représentée sur la figure 3 mais comprend en outre selon l'invention un trigger 24 qui est monté en
35 tête. Le trigger 24 qui peut être constitué par exemple par un capteur de

courants de Foucault a pour objet de détecter l'entrée de l'embout, de manière à déclencher la mémorisation des signaux générés par les capteurs de mesure dans au moins une mémoire 25 et, de préférence, dans une batterie de mémoires pour qu'on puisse mémoriser un grand nombre de données. Le traitement des données mémorisées est effectué après avoir remonté la souris 12 à la surface, ladite souris étant du type réversible et comportant à l'arrière une autre tête 26 analogue à la tête avant 27. C'est au cours du traitement que les courbes d'impédance de la figure 5 et les courbes de réponse des figures 6a et 6b sont élaborées, la mesure de la distance D ou des autres distances à mesurer étant effectuées comme indiqué précédemment.

Dans un autre mode de réalisation, non représenté, il est possible d'utiliser en lieu et place d'une souris un ombilical ou tout autre organe équivalent qui sert de support aux capteurs et qui est introduit dans la conduite flexible et qui comporte à l'extrémité avant un trigger pour détecter l'entrée de l'embout ou de chacun des embouts équipant ladite conduite flexible. Dès que les capteurs de Foucault sont initialisés, ils génèrent des signaux qui sont transmis en surface, à l'extérieur de la conduite flexible, au moyen de câbles ou conducteurs appropriés.

Les signaux générés par les capteurs de Foucault sont enregistrés et stockés dans une ou plusieurs mémoires en vue d'un traitement ultérieur ou en temps réel. Une telle solution permet, grâce au trigger qui déclenche la mémorisation des signaux, d'éviter le déplacement dans la conduite flexible d'une grande mémoire qui est d'autant plus importante que le nombre d'intervalles à mesurer est élevé. En effet, en dissociant la ou les mémoires des capteurs de Foucault, il devient possible de traiter et/ou de mesurer un grand nombre d'intervalles sans être limité par les mémoires de stockage des données ou des signaux générés par les capteurs de Foucault puisqu'en tout état de cause lesdites mémoires de stockage sont externalisées de la conduite flexible et ne sont plus portées par la souris, l'excitation desdites mémoires étant déclenchée par le trigger.

Il est à noter que la présente invention permet de limiter l'influence perturbatrice des variations de la perméabilité magnétique μ et de la conductivité électrique σ des matériaux utilisés tout en étant sensible aux variations géométriques du ou des défauts à détecter en surface interne

de la conduite flexible et non pas dans l'épaisseur des matériaux constitutifs de ladite conduite.

5 Lorsque la vitesse de déplacement des capteurs 13 et 14 varie dans l'intervalle 18, on peut déterminer la vitesse instantanée à chaque passage sur une transition 10 ou 11. Avec les deux vitesses instantanées mesurées au passage de chaque transition, on peut déterminer l'accélération dans l'intervalle, ladite accélération étant alors considérée comme constante dans l'intervalle 18.

REVENDICATIONS

- 5 1. Méthode pour mesurer la distance séparant une voûte (8) d'au moins un embout (9) et un élément (6) donné d'une extrémité d'une partie terminale d'une conduite, du type consistant à :
- déplacer des moyens de mesure (13, 14) autonomes à l'intérieur de ladite conduite,
 - 10 - effectuer au moins une séquence de mesures au cours du déplacement desdits moyens de mesure dans l'embout,
 - mémoriser sous forme de signaux lesdites mesures dans au moins une mémoire (25),
 - traiter lesdits signaux,
 - 15 caractérisée en ce qu'elle consiste en outre à :
 - détecter en temps réel le passage des transitions consécutives (10, 11) entre la voûte (8) de l'embout et l'extrémité (6) de la partie terminale de la conduite,
 - déclencher les mesures pendant un temps prédéterminé entre les
 - 20 détections desdites transitions, et à
 - traiter les signaux mémorisés pour déterminer la distance (D) séparant deux transitions consécutives.
2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que la détection des transitions consécutives est effectuée en mesurant la variation
- 25 de l'impédance complexe des signaux dans l'intervalle (18) délimité entre lesdites transitions (10,11).
3. Dispositif pour la mise en œuvre de la méthode selon l'une des revendications 1 ou 2, du type comprenant un support (12) qui est propulsé à l'intérieur de la conduite par des moyens tels qu'un fluide sous pression,
- 30 au moins un capteur de courants de Foucault monté sur ledit support, des moyens de mémorisation (25) des signaux délivrés par ledit capteur, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux capteurs (13, 14) de Foucault à haute résolution qui détectent en temps réel les transitions (10, 11) situées de part et d'autre d'un intervalle (18) délimité entre la voûte (8)

de l'embout et la bague d'arrêt (6) de la carcasse, lesdits capteurs étant situés à une faible distance (e) de la paroi interne de la conduite.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les capteurs (13, 14) sont disposés parallèlement à une génératrice de la paroi interne de la conduite et travaillent à une haute fréquence comprise entre 10 kHz et 3 MHz.

5. Dispositif selon les revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que les capteurs (13, 14) sont situés à une distance de la paroi interne de la conduite, comprise entre 3 et 15 mm et en ce qu'ils travaillent en mode absolu.

6. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les capteurs sont constitués par une ou plusieurs bobines enroulées sur un noyau en ferrite ou par une bobine coaxiale courte.

7. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que les deux capteurs sont montés sur un support commun (15) et séparés l'un de l'autre par une distance fixe (E) et en ce que l'accélération du support est constante pendant les mesures.

8. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend quatre capteurs(13, 14, 22, 23) dont deux sont situés sur une même génératrice principale de la paroi interne de la conduite et dont chacun des deux autres est situé sur une génératrice située à 120° de la génératrice principale.

9. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que la mesure du ou des capteurs utilisés en mode absolu est couplée avec un traitement en temps réel des signaux qui sont analysés par une analyse spectrale par transformée de Fourier, de manière à identifier des changements brutaux du spectre lors du passage entre l'élément donné et la voûte de l'embout.

10. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un détecteur (24) d'entrée de l'embout monté à l'avant dudit support, les signaux générés par ledit détecteur déclenchant la mémorisation des signaux délivrés par les capteurs.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le détecteur est constitué par un trigger.

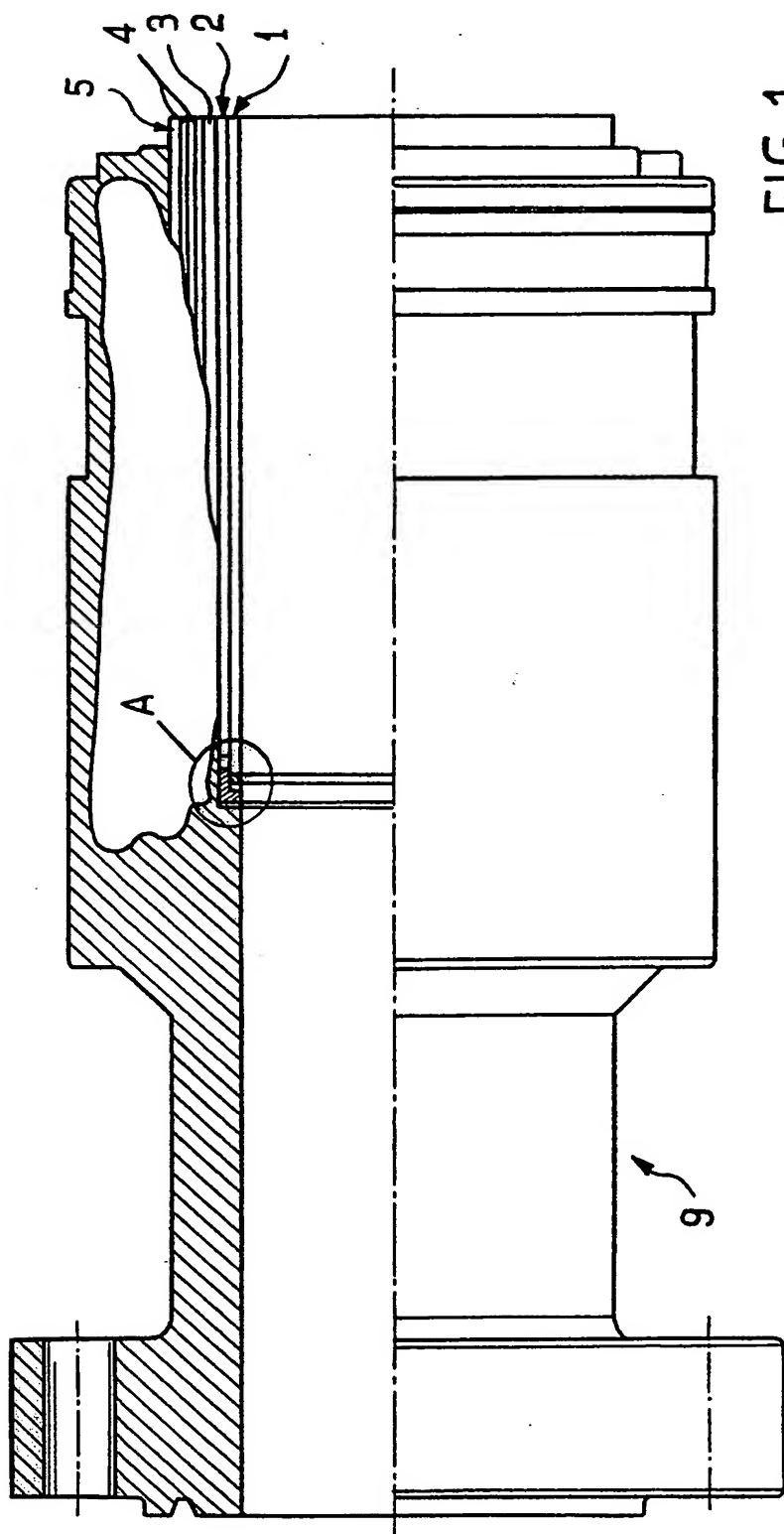


FIG. 1

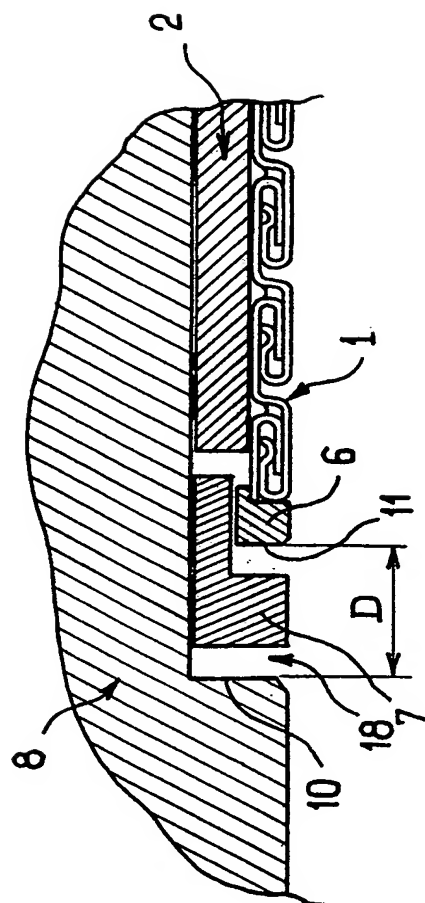
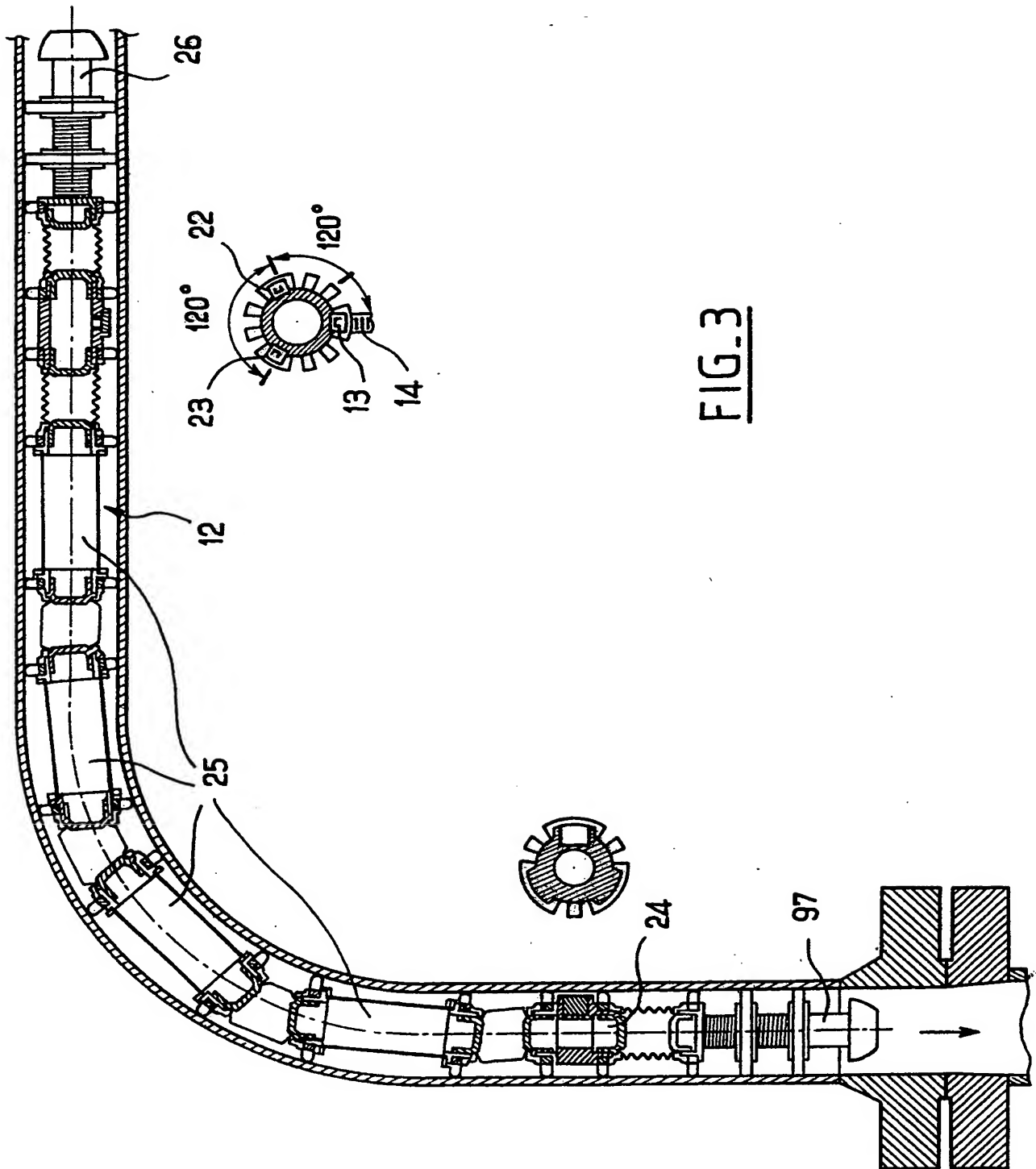


FIG. 2

2 / 4



3 / 4

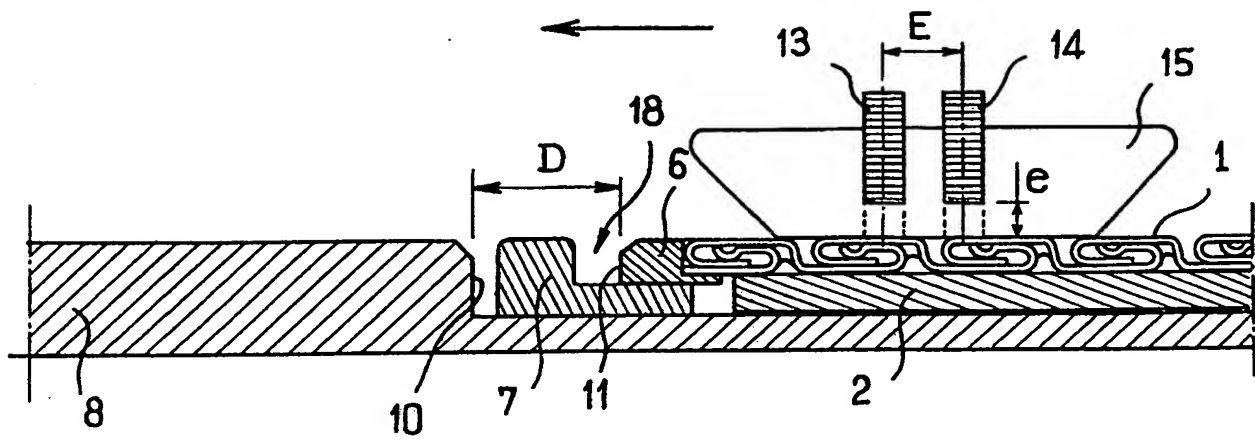


FIG. 4

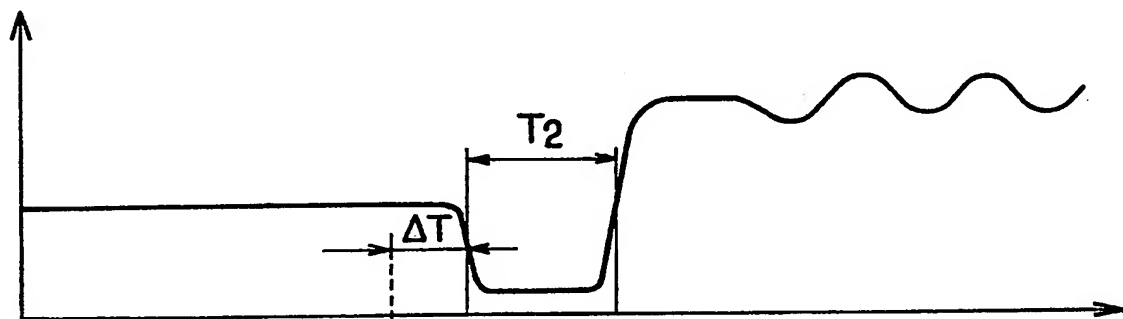


FIG. 6b

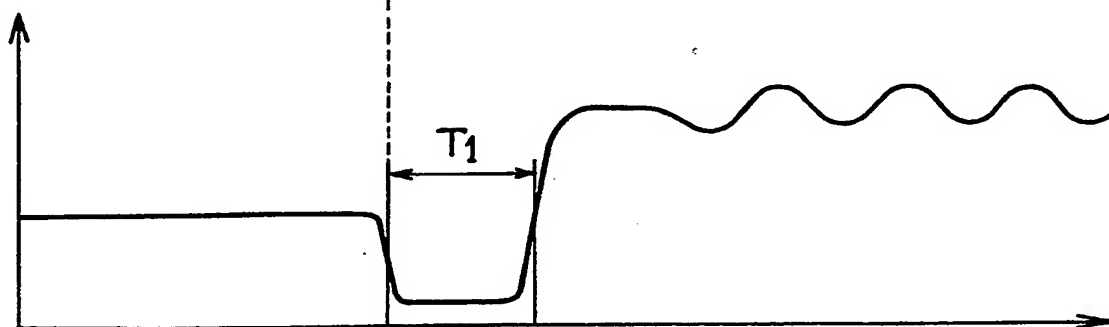
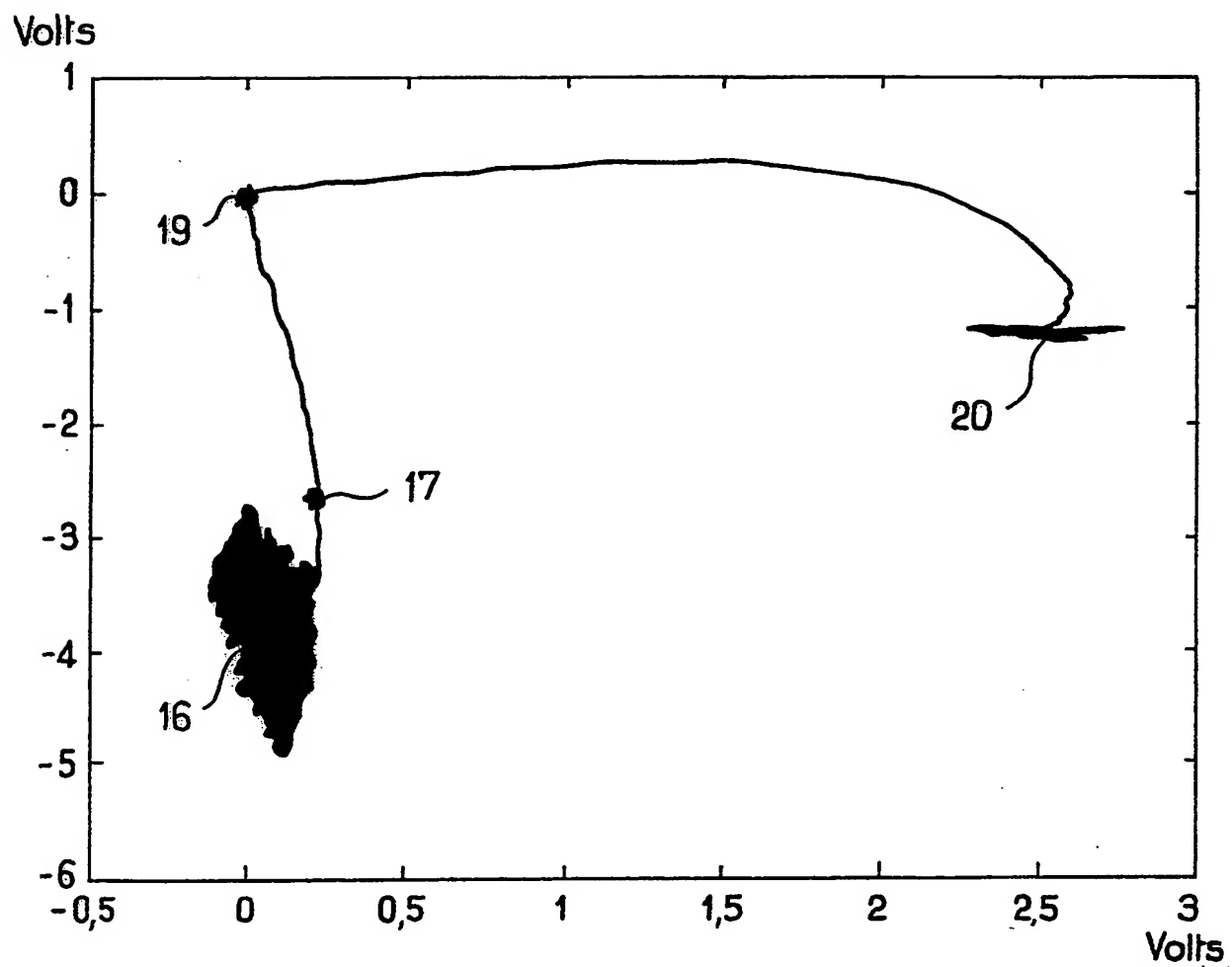


FIG. 6a

4 / 4

FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 99/02729

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N27/90 G01B7/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N G01B G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 068 608 A (CLARK JR WILLIAM G) 26 November 1991 (1991-11-26) abstract column 5, line 11-36	3-7
A	—	1
Y	GB 2 301 414 A (BRITISH GAS PLC) 4 December 1996 (1996-12-04) page 13, line 5-24; claim 3	3-7
A	—	3
A	US 5 532 587 A (DOWNS ROBERT W ET AL) 2 July 1996 (1996-07-02) abstract column 5, line 12 -column 6, line 53	3
A	—	3
A	EP 0 304 053 A (NIPPON KOKAN KK) 22 February 1989 (1989-02-22) abstract; claim 10	3
	—	
	—/—	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 February 2000

Date of mailing of the international search report

24/02/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brison, O

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 99/02729

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 967 194 A (BEAVER RUBY C ET AL) 29 June 1976 (1976-06-29) column 1, line 45 -column 2, line 63	3
A	GB 2 102 565 A (DRAFTRULE LIMITED) 2 February 1983 (1983-02-02) abstract	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/02729

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5068608	A	26-11-1991	NONE		
GB 2301414	A	04-12-1996	GB 2301187	A	27-11-1996
			CA 2173193	A	23-11-1996
			CA 2221379	A	28-11-1996
			EP 0840869	A	13-05-1998
			WO 9637727	A	28-11-1996
			GB 2329025	A,B	10-03-1999
			GB 2334318	A,B	18-08-1999
			JP 10509236	T	08-09-1998
			US 5878783	A	09-03-1999
US 5532587	A	02-07-1996	CA 2085048	A	17-06-1993
EP 0304053	A	22-02-1989	JP 1050903	A	27-02-1989
			JP 1828102	C	28-02-1994
			CA 1292306	A	19-11-1991
			DE 3853323	D	20-04-1995
			DE 3853323	T	07-09-1995
			NO 304398	B	07-12-1998
			US 4964059	A	16-10-1990
US 3967194	A	29-06-1976	US 3899734	A	12-08-1975
			CA 1007299	A	22-03-1977
			CA 1021027	A	15-11-1977
			CA 1017409	A	13-09-1977
			DE 2423113	A	05-12-1974
			FR 2229970	A	13-12-1974
			GB 1471595	A	27-04-1977
			JP 50017694	A	25-02-1975
			NL 7405615	A,B,	18-11-1974
			US 3949292	A	06-04-1976
GB 2102565	A	02-02-1983	NONE		

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01N27/90 G01B7/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G01N G01B G01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 068 608 A (CLARK JR WILLIAM G) 26 novembre 1991 (1991-11-26) abrégé colonne 5, ligne 11-36	3-7
A		1
Y	GB 2 301 414 A (BRITISH GAS PLC) 4 décembre 1996 (1996-12-04) page 13, ligne 5-24; revendication 3	3-7
A	US 5 532 587 A (DOWNS ROBERT W ET AL) 2 juillet 1996 (1996-07-02) abrégé colonne 5, ligne 12 -colonne 6, ligne 53	3
A	EP 0 304 053 A (NIPPON KOKAN KK) 22 février 1989 (1989-02-22) abrégé; revendication 10	3
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 février 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/02/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Brison, O

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 3 967 194 A (BEAVER RUBY C ET AL) 29 juin 1976 (1976-06-29) colonne 1, ligne 45 -colonne 2, ligne 63 —	3
A	GB 2 102 565 A (DRAFRULE LIMITED) 2 février 1983 (1983-02-02) abrégé —	3

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5068608	A	26-11-1991	AUCUN	
GB 2301414	A	04-12-1996	GB 2301187 A	27-11-1996
			CA 2173193 A	23-11-1996
			CA 2221379 A	28-11-1996
			EP 0840869 A	13-05-1998
			WO 9637727 A	28-11-1996
			GB 2329025 A,B	10-03-1999
			GB 2334318 A,B	18-08-1999
			JP 10509236 T	08-09-1998
			US 5878783 A	09-03-1999
US 5532587	A	02-07-1996	CA 2085048 A	17-06-1993
EP 0304053	A	22-02-1989	JP 1050903 A	27-02-1989
			JP 1828102 C	28-02-1994
			CA 1292306 A	19-11-1991
			DE 3853323 D	20-04-1995
			DE 3853323 T	07-09-1995
			NO 304398 B	07-12-1998
			US 4964059 A	16-10-1990
US 3967194	A	29-06-1976	US 3899734 A	12-08-1975
			CA 1007299 A	22-03-1977
			CA 1021027 A	15-11-1977
			CA 1017409 A	13-09-1977
			DE 2423113 A	05-12-1974
			FR 2229970 A	13-12-1974
			GB 1471595 A	27-04-1977
			JP 50017694 A	25-02-1975
			NL 7405615 A,B,	18-11-1974
			US 3949292 A	06-04-1976
GB 2102565	A	02-02-1983	AUCUN	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.